

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)



EP 1 088 590 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.04.2001 Patentblatt 2001/14

(51) Int Cl. 7: B01L 3/00

// C12Q1/68, C12M1/38,  
C12N1/06

(21) Anmeldenummer: 00810855.7

(22) Anmeldetag: 20.09.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:

- Elsener, Donat  
8708 Männedorf (CH)
- Ryser, Daniel  
8712 Stäfa (CH)

(30) Priorität: 29.09.1999 CH 178299

(74) Vertreter: Wagner, Wolfgang, Dr. Phil., Dipl.-Phys.

c/o Zimmerli, Wagner & Partner AG  
Löwenstrasse 19  
8001 Zürich (CH)

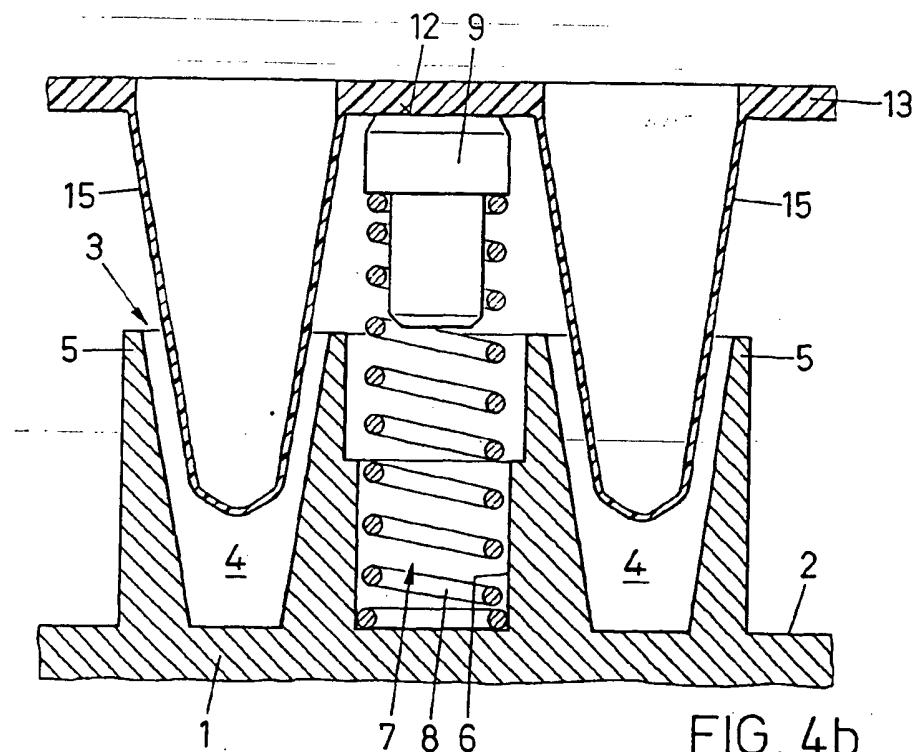
(71) Anmelder: Tecan AG

8634 Hombrechtikon (CH)

### (54) Thermocycler sowie Hebeelement für Mikrotiterplatte

(57) In einigen der Sacklöcher (6) zwischen Vertiefungen (4) einer Heizfläche (3) sind Hebeelemente (7) angeordnet, welche nach dem Öffnen eines Deckels eine Mikrotiterplatte (13) von der Heizfläche (3) ablösen und etwa 2 bis 3 mm anheben, so dass sie ohne Kraftaufwand abgenommen werden kann. Jedes Hebe-

element (7) besteht aus einer Spiralfeder (8) und einem in dieselbe eingesteckten Kontaktstift (9) aus z. B. PEEK, der mit einer runden ebenen Stoßfläche (12) gegen die Unterseite der Mikrotiterplatte (13) drückt. Die Federkonstante des Hebelements (7) liegt bei ca. 6 N/mm.



EP 1 088 590 A1

**Beschreibung****Technisches Gebiet**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Thermocycler. Derartige Geräte werden dazu verwendet, den Inhalt der Kästen von Mikrotiterplatten Temperaturzyklen zu unterwerfen, die bestimmte chemische Reaktionen auslösen. Außerdem betrifft sie ein Hebeelement zur Verwendung in Thermocyclern.

**Stand der Technik**

**[0002]** Bei bekannten gattungsgemässen Thermocyclern besteht das Problem, dass die Mikrotiterplatte, die im Interesse eines guten Wärmeübergangs eng an der Heizfläche anliegt, häufig mit ihr verbaut und dann nur sehr schwer wieder von ihr zu lösen ist. Dies macht entweder heikle manuelle Eingriffe nötig oder erfordert zur Aufbringung verhältnismässig grosser Kräfte von 150 N und mehr geeignete und entsprechend schwere und teure Handhabungsgeräte. Eine Abhilfemöglichkeit ist die Verwendung von Teflonspray, die ein Anbacken der Mikrotiterplatte verhindern kann. Sie muss jedoch bei jeder Platte wiederholt werden und kompliziert die Abläufe.

**Darstellung der Erfindung**

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen bekannten gattungsgemässen Thermocycler so zu verbessern, dass die Mikrotiterplatten nach der Behandlung jeweils ohne besonderen Kraftaufwand abgehoben und entfernt werden können. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0004]** Es hat sich herausgestellt, dass die erfindungsgemässen Massnahmen bewirken, dass nach Abnehmen des Deckels die Mikrotiterplatte angehoben wird, was ein bequemes Fassen und Abheben derselben ohne Kraftaufwand ermöglicht. Dadurch ist gegebenenfalls die manuelle Entfernung der Mikrotiterplatte wesentlich erleichtert, vor allem aber kann sie auch ohne jeden manuellen Eingriff mittels Handhabungsgeräten des sonst im Laborbereich üblichen Typs erfolgen.

**[0005]** Weiter werden durch die Erfindung besonders geeignete Hebeelemente für erfindungsgemässen Thermocycler angegeben.

**Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

**[0006]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren, welche lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellen, näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Draufsicht auf die Heizplatte eines erfindungsgemässen Thermocyclers,

Fig. 2 vergrössert einen Ausschnitt aus einer Draufsicht gemäss Fig. 1.

5 Fig. 3 in perspektivischer Darstellung ein erfindungsgemässes Hebeelement,

Fig. 4a einen Schnitt längs IV-IV in Fig. 2, zusätzlich mit Mikrotiterplatte und Deckel und

10 Fig. 4b einen Schnitt entsprechend Fig. 4a bei abgenommenem Deckel.

**Wege zur Ausführung der Erfindung**

**[0007]** Der Thermocycler, der z. B. zur Aufnahme einer  $8 \times 12$ -Mikrotiterplatte der Dimension 85 mm  $\times$  130 mm geeignet sein kann, verfügt über eine Heizplatte 1, welche eine von einem Randstreifen 2 umgebene, demselben gegenüber etwas höhergelegte Heizfläche 3 bildet, in welcher in einem regelmässigen quadratischen Raster runde Vertiefungen 4 angeordnet sind, deren jede von einer umlaufenden, die Grundebene der Heizfläche 3 überragenden Wand 5 (Fig. 2) umgeben ist. Zwischen vier Vertiefungen 4 ist jeweils ein Sackloch 6 angebracht.

**[0008]** In insgesamt sechs der Sacklöcher 6 sind, etwa gleichmässig über die Heizfläche 3 verteilt, sechs Hebeelemente 7 angeordnet. Jedes der Hebeelemente 7 besteht (Fig. 3) aus einer zylindrischen Spiralfeder 8 aus rostfreiem Stahl, deren unterste Windung gegenüber den anderen etwas erweitert ist und einem Kontaktstift 9, dessen etwa zylindrischer Schaft 10 in das obere Ende der Spiralfeder 8 eingesteckt und durch Reibschluss in derselben festgehalten ist.

**[0009]** Der Schaft 10 trägt einen etwa scheibenförmigen Kopf 11, der ihn seitlich überragt und an dessen Unterseite das obere Ende der Spiralfeder 8 anstösst, während seine Oberseite eine runde ebene Stossfläche 12 bildet. Der Kontaktstift 9 ist rotationssymmetrisch und einstückig aus einem hitzebeständigen Kunststoff wie PEEK, PTFE, FP, PPS, PI z. B. im Spritzgussverfahren hergestellt. Er kann auch etwa aus Keramik bestehen, doch ist dann die Herstellung in der Regel aufwendiger und teurer. Der Kontaktstift 9 ist zwischen 3 mm und 8 mm, vorzugsweise ca. 6 mm lang. Der Durchmesser der Stossfläche 12 liegt zwischen 3 mm und 7 mm, vorzugsweise bei 5 mm.

**[0010]** Das Hebeelement 7 weist eine Länge von zwischen 15 mm und 20 mm, vorzugsweise von ca. 16 mm auf. Seine Federkonstante liegt in der entspannten Ruhestellung zwischen 5 N/mm und 7,5 N/mm, insbesondere bei 6 N/mm. In Anpassung an verschiedene Ausbildungen der Heizplatte und abhängig von der Dichte, mit der die Hebeelemente 7 auf der Heizfläche angeordnet sind und die im oben beschriebenen Fall bei 1 pro  $18,4 \text{ cm}^2$  liegt und in der Regel mindestens 1 pro  $30 \text{ cm}^2$  beträgt, können natürlich auch andere Dimensionen und Eigenschaften gewählt werden.

[0011] Die Spiralfeder 8 ist jeweils so dimensioniert, dass die etwas erweiterte unterste Windung im Sackloch 6 leicht radial zusammengedrückt ist, so dass zwischen derselben und der Wand des Sacklochs 6 Reibschluss besteht. Das Hebeelement 7 ist so ausreichend fixiert, kann aber trotzdem leicht entfernt werden. Die übrigen Windungen sind von der Wand des Sacklochs 6 frei, so dass die Kompression der Spiralfeder 8 nicht behindert ist.

[0012] Beim Einsatz des Thermocyclers wird auf die Heizfläche 3 (Fig. 4a,b) manuell oder vorzugsweise mittels eines geeigneten Handhabungsgeräts, z. B. eines Robotarms eine Mikrotiterplatte 13, die gewöhnlich aus Kunststoff, z. B. Polypropylen besteht, aufgesetzt und ein klappbarer Deckel 14 des Thermocyclers auf dieselbe gesenkt, so dass jede ihrer Kavitäten 15 in eine entsprechende Vertiefung 4 gedrückt wird und an deren Wand anliegt (Fig. 4a). Damit ist ein guter Wärmeübergang zwischen der Heizplatte 1 und den Proben in den Kavitäten 15 gesichert. Die Spiralfedern 8 der Hebelemente 7, die im entspannten Zustand ca. 6 mm über die Ränder der Wände 5 überstehen, werden dabei durch den Druck, den die Mikrotiterplatte 13 auf die Stossflächen 12 ihrer Kontaktstifte 9 ausübt, komprimiert und um 2 bis 3 mm verkürzt.

[0013] Nach der thermischen Behandlung der Proben in der Mikrotiterplatte 13, die z. B. zur Auslösung einer PCR-Reaktion eine grössere Anzahl Temperaturzyklen durchlaufen können, die jeweils beispielsweise aus einer Erwärmung von 4°C auf 96°C mit darauffolgender Abkühlung auf 4°C bestehen können, wird der Deckel 14 wieder hochgeklappt. Jedes der komprimierten Hebelemente 7 übt eine nach oben gerichtete Kraft von ca. 15 N auf die Mikrotiterplatte 13 aus. Dies genügt, um allfällige Verbackungen zu lösen und, eventuell mit einer Verzögerung von einigen Sekunden, die Mikrotiterplatte 13 von der Heizfläche 3 abzuheben (Fig. 4b). Die so an gehobene, mit der Heizfläche 3 nicht mehr verbundene Mikrotiterplatte 13 kann nun ohne weiteres und ohne grösseren Kraftaufwand abgenommen werden, was wiederum durch einen Robotarm geschehen kann.

[0014] Es hat sich gezeigt, dass es im allgemeinen genügt, wenn die Hebelemente zusammen eine Kraft von ca. 0,8 N/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise 1 N/cm<sup>2</sup> auf die Mikrotiterplatte ausüben. Kontaktstifte aus PEEK haben sich insofern gut bewährt, als sie temperaturbeständig sind und nicht mit Mikrotiterplatten aus den üblichen Materialien wie Polypropylen verbacken, so dass der leichte Reibschluss genügt, um die Hebelemente 7 in den Sacklöchern 6 festzuhalten.

[0015] Abgesehen von den Hebelementen 7 kann der Thermocycler einem bekannten Typ, z. B. PTC 225 Tetrad der MJ Research, Inc. entsprechen. Es ist auch möglich, bekannte Thermocycler mit Hebelementen nachzurüsten.

#### Bezugszeichenliste

#### [0016]

|    |    |                  |
|----|----|------------------|
| 5  | 1  | Heizplatte       |
|    | 2  | Randstreifen     |
|    | 3  | Heizfläche       |
|    | 4  | Vertiefung       |
|    | 5  | Wand             |
| 10 | 6  | Sackloch         |
|    | 7  | Hebeelement      |
|    | 8  | Spiralfeder      |
|    | 9  | Kontaktstift     |
|    | 10 | Schaft           |
| 15 | 11 | Kopf             |
|    | 12 | Stossfläche      |
|    | 13 | Mikrotiterplatte |
|    | 14 | Deckel           |
|    | 15 | Kavität          |

20

#### Patentansprüche

1. Thermocycler mit einer Heizplatte (1), welche eine Heizfläche (3) zur Aufnahme einer Mikrotiterplatte (13), deren Kavitäten (15) in der Heizfläche (3) angebrachte Vertiefungen (4) aufgenommen werden, bildet sowie mit einem gegen die Heizfläche (3) absenkbar und hebbaren Deckel (14), **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Heizfläche (3) mehrere elastisch komprimierbare Hebelemente (7) verteilt sind, welche mindestens bei abgehobenem Deckel (14) über die Ränder der Vertiefungen (4) überstehen.
2. Thermocycler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ueberstand der Hebelemente (7) mindestens 2 mm, vorzugsweise mindestens 5 mm beträgt.
3. Thermocycler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichte der Hebelemente (7) mindestens 1 pro 30 cm<sup>2</sup> beträgt.
4. Thermocycler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Hebelement (7) an der Heizfläche (3) abnehmbar fixiert ist.
5. Thermocycler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Hebelement (7) in ein Sackloch (6) in der Heizfläche (3) eingesetzt ist.
6. Thermocycler nach den Ansprüchen 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fixierung des Hebelements (7) durch Reibschluss mit den Wänden des Sacklochs (6) hergestellt ist.

7. Hebeelement für einen Thermocycler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein in Längsrichtung komprimierbares längliches Federelement umfasst, welches ein Kontaktteil trägt, das eine quer zur Längsrichtung orientierte Stossfläche (12) am oberen Ende des Hebelementes bildet. 5

8. Hebeelement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kontaktteil aus Kunststoff, vorzugsweise PEEK, PTFE, FP, PPS oder PI besteht. 10

9. Hebeelement nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement als Spiralfeder (8) ausgebildet ist und das Kontaktteil als Kontaktstift (9), welcher einen vom oberen Teil der Spiralfeder (8) umgebenen Schaft (10) umfasst sowie einen seitlich auskragenden Kopf (11), der auf dem oberen Ende der Spiralfeder (8) aufsitzt und dessen Oberseite die Stossfläche (12) bildet. 15 20

10. Hebeelement nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unterste Windung der Spiralfeder (8) etwas erweitert ist. 25

11. Hebeelement nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktstift (9) rotationssymmetrisch ausgebildet ist.

12. Hebeelement nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl der Schaft (10) als auch der Kopf (11) des Kontaktstiftes (9) im wesentlichen zylindrisch sind. 30

13. Hebeelement nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Länge zwischen 15 mm und 20 mm und der Durchmesser der Stossfläche (12) mindestens 3 mm beträgt. 35

14. Hebeelement nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Federkonstante mindestens 5 N/mm beträgt. 40

45

50

55

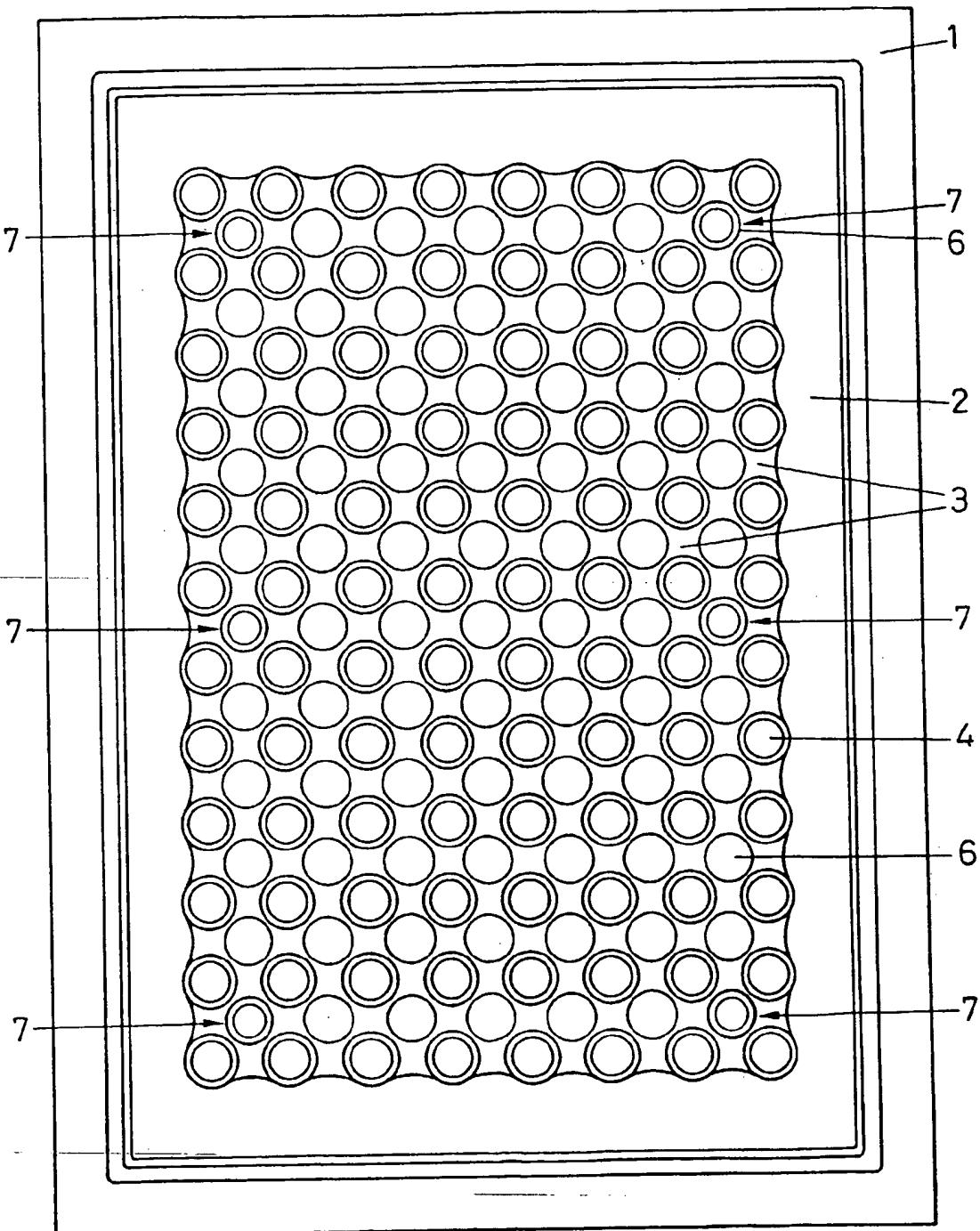
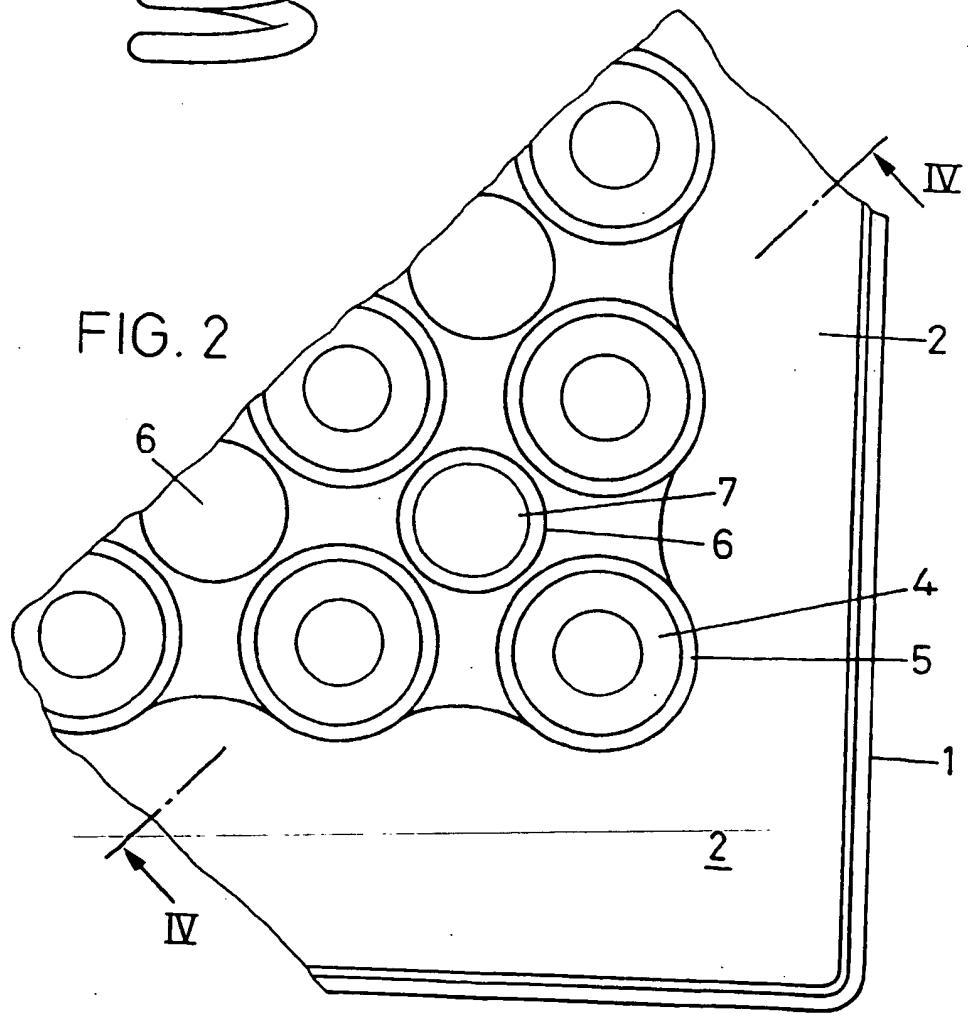
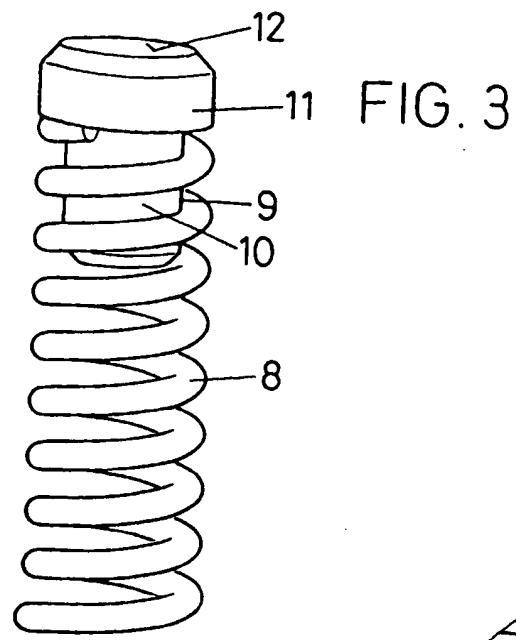
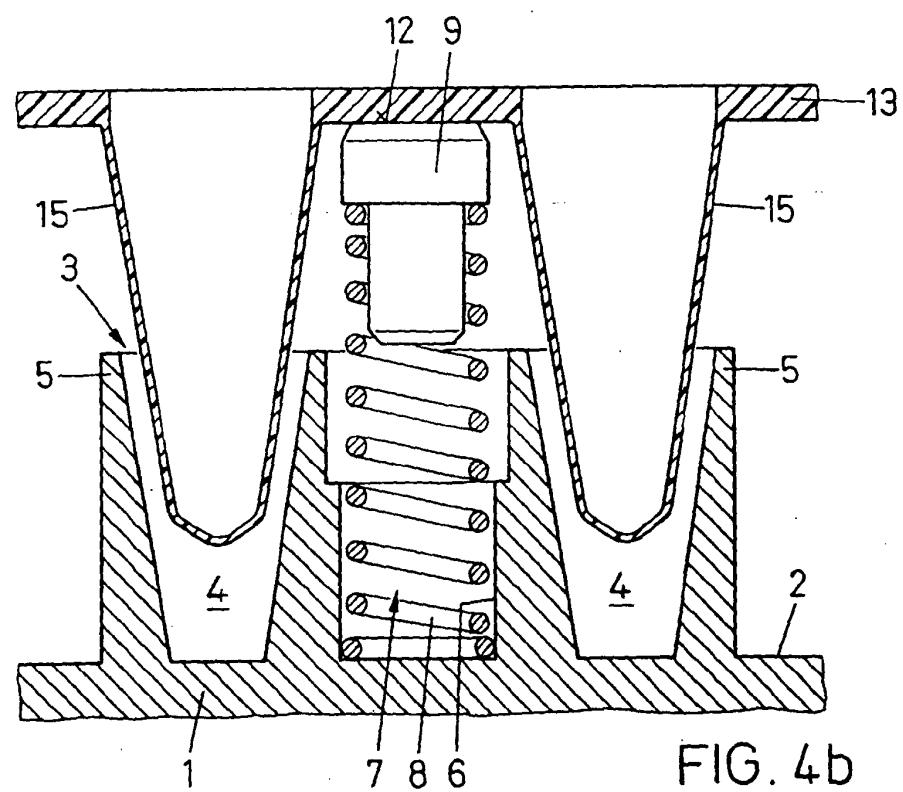
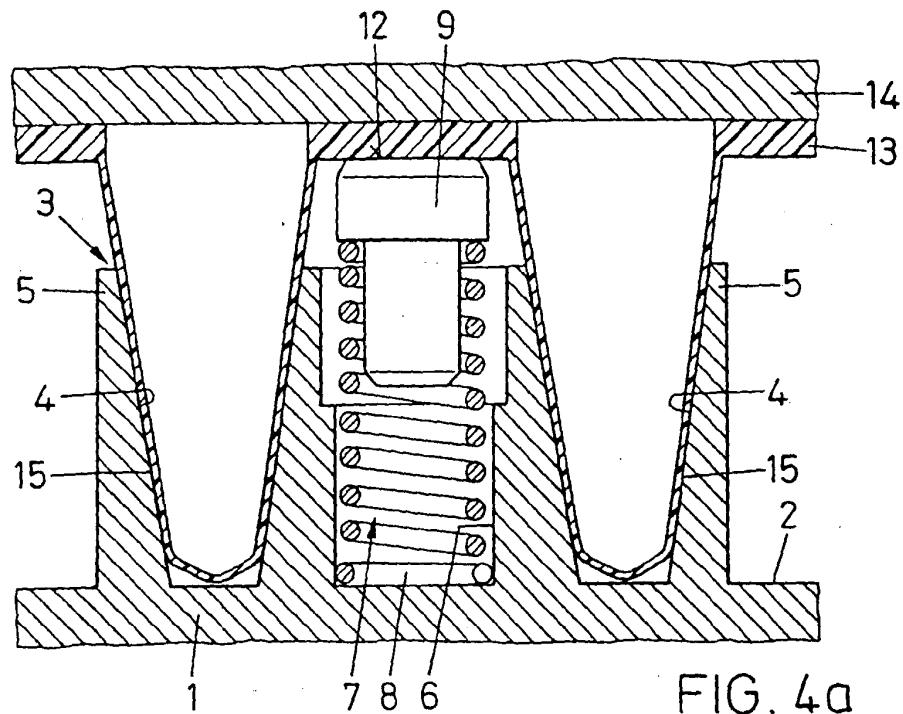


FIG. 1







Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 00 81 0855

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |   |                      |  |               |                             |        |          |                   |         |
|--|---|----------------------|--|---------------|-----------------------------|--------|----------|-------------------|---------|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft<br>Anspruch | KLASSIFIKATION DER<br>ANMELDUNG (Int.Cl.7)       |               |                             |        |          |                   |         |
| Y  | DE 197 39 119 A (UNIV SCHILLER JENA)<br>11. März 1999 (1999-03-11)<br>* Spalte 3, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 68<br>*<br>* Abbildungen 1,3,4 *<br>---  | 1,4,7                | B01L3/00<br>//C1201/68,<br>C12M1/38,<br>C12N1/06 |               |                             |        |          |                   |         |
| Y  | US 3 634 651 A (SIEGEL MAXWELL E ET AL)<br>11. Januar 1972 (1972-01-11)<br>* Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 5 *<br>* Spalte 3, Zeile 5 - Spalte 3, Zeile 15 *<br>A * Spalte 3, Zeile 30 - Spalte 3, Zeile 65 6<br>*<br>A * Spalte 4, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 49 * 6 | 1,4,7                |  |               |                             |        |          |                   |         |
| A  | US 5 346 672 A (STAPLETON MARILYN J ET<br>AL) 13. September 1994 (1994-09-13)<br>* Spalte 7, Zeile 37 - Spalte 8, Zeile 5 *<br>* Spalte 10, Zeile 8 - Spalte 10, Zeile 16<br>*<br>* Spalte 13, Zeile 48 - Spalte 13, Zeile<br>60 *<br>* Abbildungen 1,2 *<br>---            | 1,7-9,<br>11,12      |  |               |                             |        |          |                   |         |
| A  | US 5 030 418 A (MIYATA YUKIHIDE)<br>9. Juli 1991 (1991-07-09)<br>* Spalte 10, Zeile 57 - Spalte 11, Zeile<br>56 *<br>* Abbildung 6 *<br>---   | 1,7,9,<br>11,12      | B01L<br>C12Q<br>C12M<br>C12N                     |               |                             |        |          |                   |         |
| A  | EP 0 810 030 A (PERKIN ELMER CORP)<br>3. Dezember 1997 (1997-12-03)<br>* Zusammenfassung *<br>* Seite 11, Zeile 17 - Seite 11, Zeile 49<br>*<br>* Abbildung 9 *<br>---  | 7,9,11               |  |               |                             |        |          |                   |         |
| <p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>15. Dezember 2000</td> <td>Koch, A</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br/>Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br/>A: technologischer Hintergrund<br/>O: nichtschriftliche Offenbarung<br/>P: Zwischenliteratur</p> <p>T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br/>E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/>L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |   |                      |  | Recherchenort | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer | DEN HAAG | 15. Dezember 2000 | Koch, A |
| Recherchenort  | Abschlußdatum der Recherche   | Prüfer               |  |               |                             |        |          |                   |         |
| DEN HAAG   | 15. Dezember 2000   | Koch, A              |  |               |                             |        |          |                   |         |

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 81 0855

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-12-2000

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung |  | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie  |  | Datum der<br>Veröffentlichung  |
|--|---|-------------------------------|--|--|--|--|
| DE 19739119  | A | 11-03-1999                    |  | KEINE  |  |  |
| US 3634651   | A | 11-01-1972                    |  | CH 543894 A<br>DE 2157449 A<br>DK 135385 B<br>FR 2117351 A<br>GB 1304819 A<br>IT 942301 B<br>JP 49024022 B<br>SE 390067 B  |  | 15-11-1973<br>15-06-1972<br>18-04-1977<br>21-07-1972<br>31-01-1973<br>20-03-1973<br>20-06-1974<br>29-11-1976   |
| US 5346672   | A | 13-09-1994                    |  | US 5188963 A<br>US 5451500 A<br>US 5281516 A<br>EP 0632839 A<br>WO 9319207 A<br>AT 167231 T<br>AU 7787291 A<br>CA 2068891 A<br>DE 69032410 D<br>DE 69032410 T<br>EP 0502108 A<br>JP 5501647 T<br>WO 9107486 A<br>US 5436129 A<br>US RE35716 E                              |  | 23-02-1993<br>19-09-1995<br>25-01-1994<br>11-01-1995<br>30-09-1993<br>15-06-1998<br>13-06-1991<br>18-05-1991<br>16-07-1998<br>04-02-1999<br>09-09-1992<br>02-04-1993<br>30-05-1991<br>25-07-1995<br>20-01-1998                             |
| US 5030418   | A | 09-07-1991                    |  | JP 1080864 A   |  | 27-03-1989   |
| EP 0810030   | A | 03-12-1997                    |  | EP 0812621 A<br>AT 165621 T<br>AU 696482 B<br>AU 2493495 A<br>AU 662494 B<br>AU 8832791 A<br>AU 9700298 A<br>CA 2056743 A,C<br>DE 69129325 D<br>DE 69129325 T<br>DE 488769 T<br>DE 812621 T<br>DE 810030 T<br>DK 488769 T<br>EP 0488769 A<br>ES 2033640 T<br>GR 92300125 T |  | 17-12-1997<br>15-05-1998<br>10-09-1998<br>07-12-1995<br>07-09-1995<br>04-06-1992<br>04-03-1999<br>30-05-1992<br>04-06-1998<br>10-09-1998<br>17-12-1992<br>13-08-1998<br>24-09-1998<br>07-10-1998<br>03-06-1992<br>01-04-1993<br>16-03-1993 |

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 81 0855

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-12-2000

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0810030 A                                       |                               | IL 100209 A                       | 15-03-1995                    |
|  |                               | IL 111091 A                       | 31-12-1995                    |
|  |                               | IL 111092 A                       | 18-06-1996                    |
|  |                               | JP 6233670 A                      | 23-08-1994                    |
|  |                               | KR 236506 B                       | 15-01-2000                    |
|  |                               | NZ 240800 A                       | 26-10-1995                    |
|  |                               | NZ 270628 A                       | 26-10-1995                    |
|  |                               | NZ 270629 A                       | 26-10-1995                    |
|  |                               | US 5282543 A                      | 01-02-1994                    |
|  |                               | US 5710381 A                      | 20-01-1998                    |
|  |                               | US 6015534 A                      | 18-01-2000                    |
|  |                               | US 5602756 A                      | 11-02-1997                    |
|  |                               | US 5475610 A                      | 12-12-1995                    |

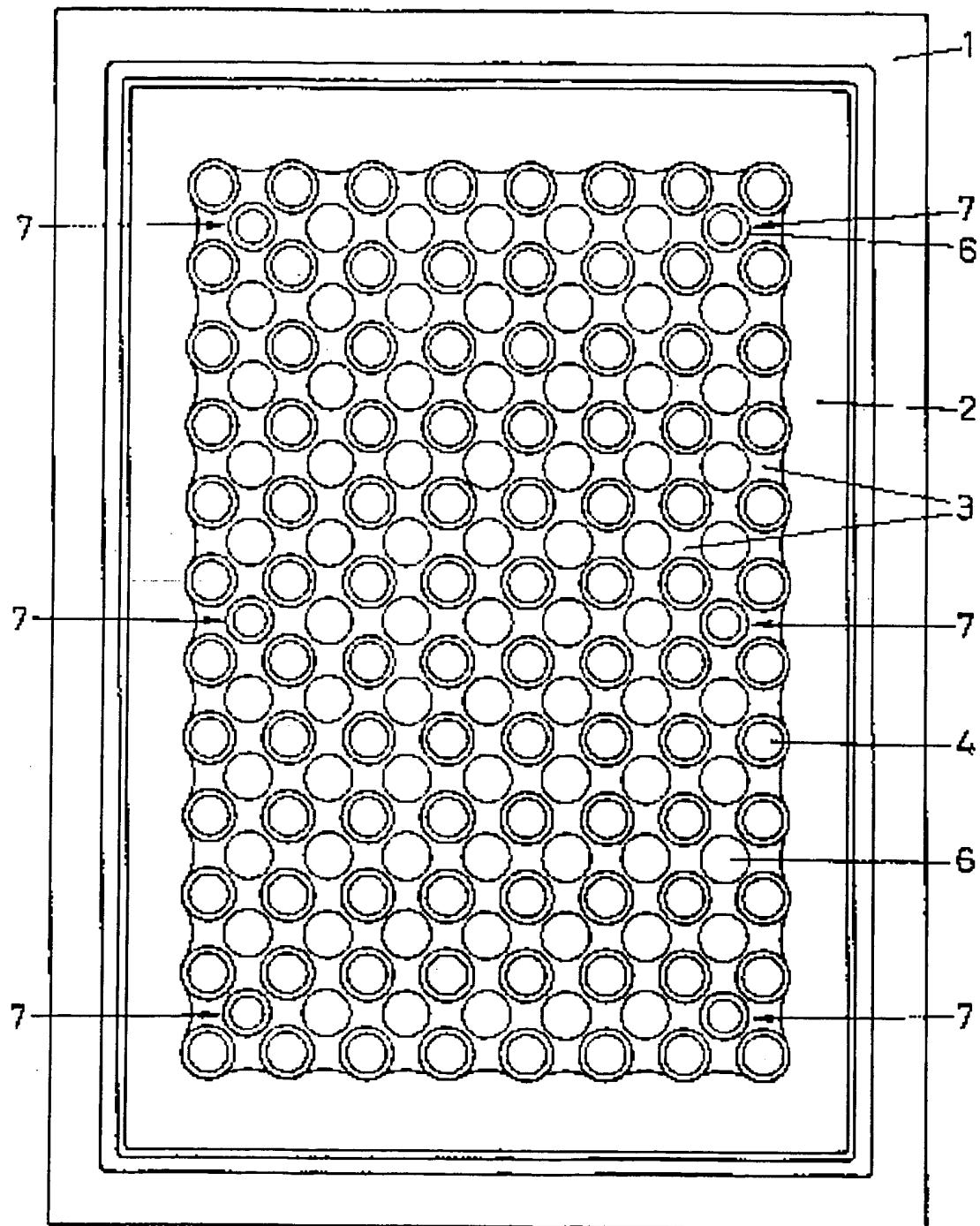
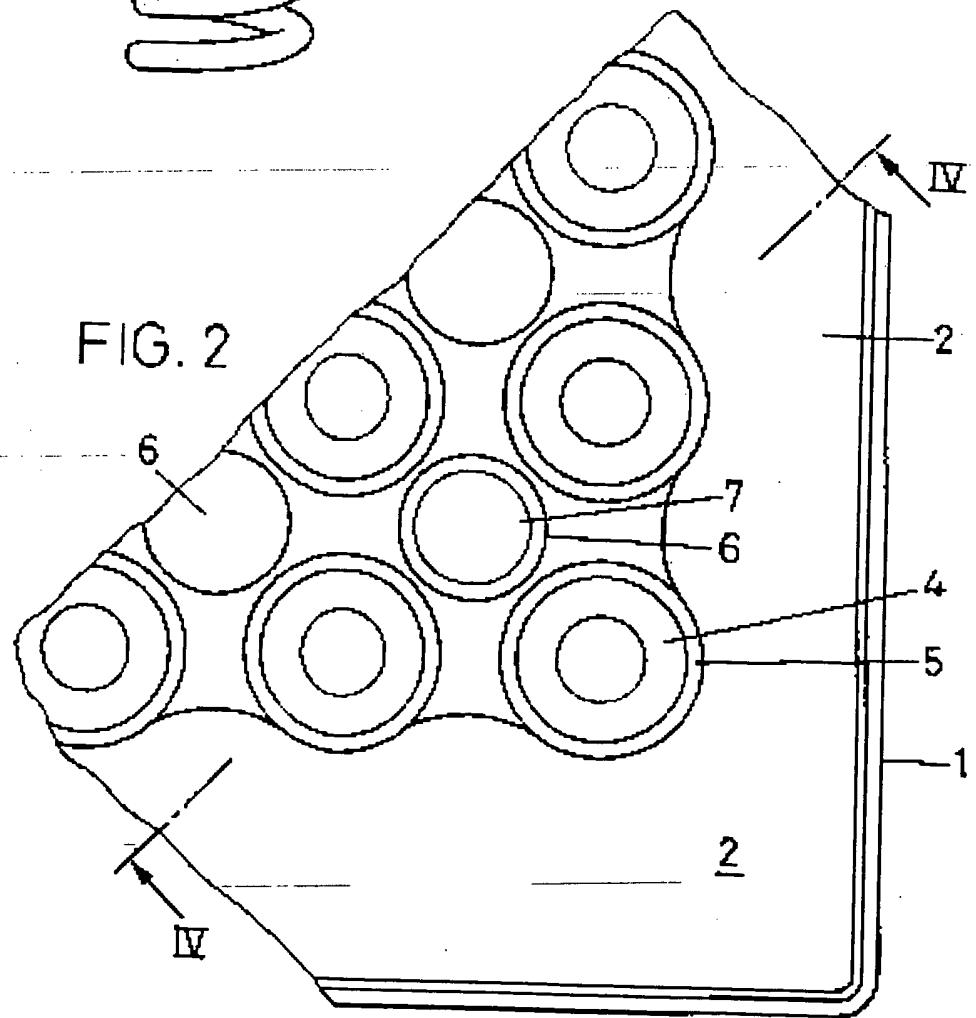
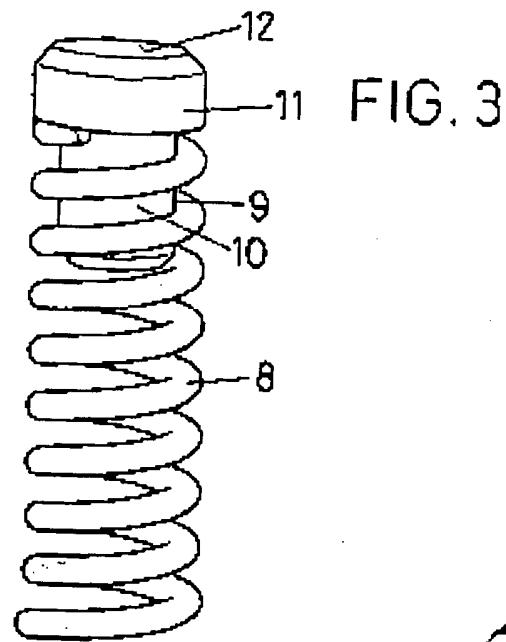


FIG. 1



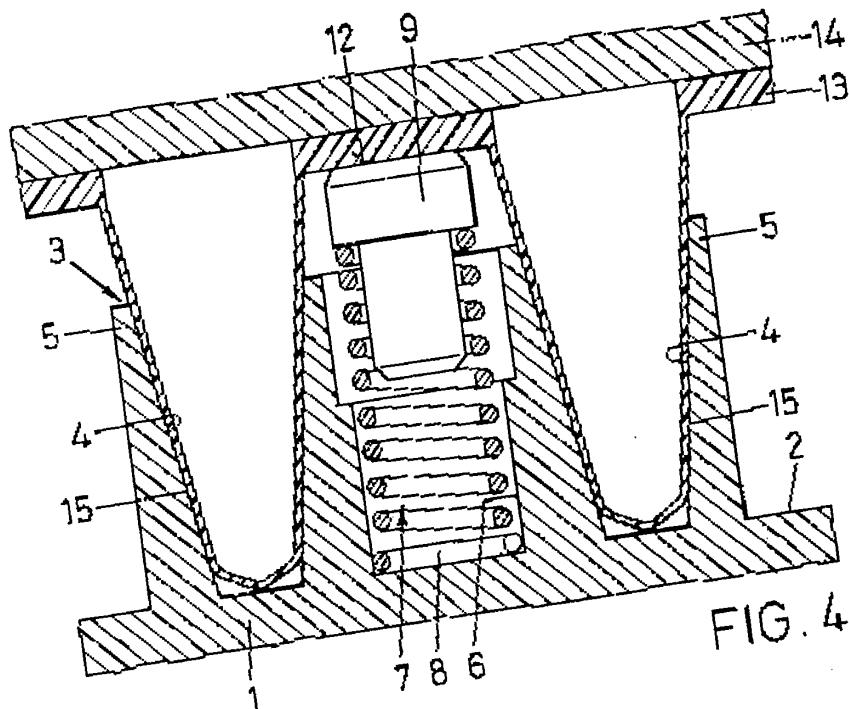


FIG. 4a

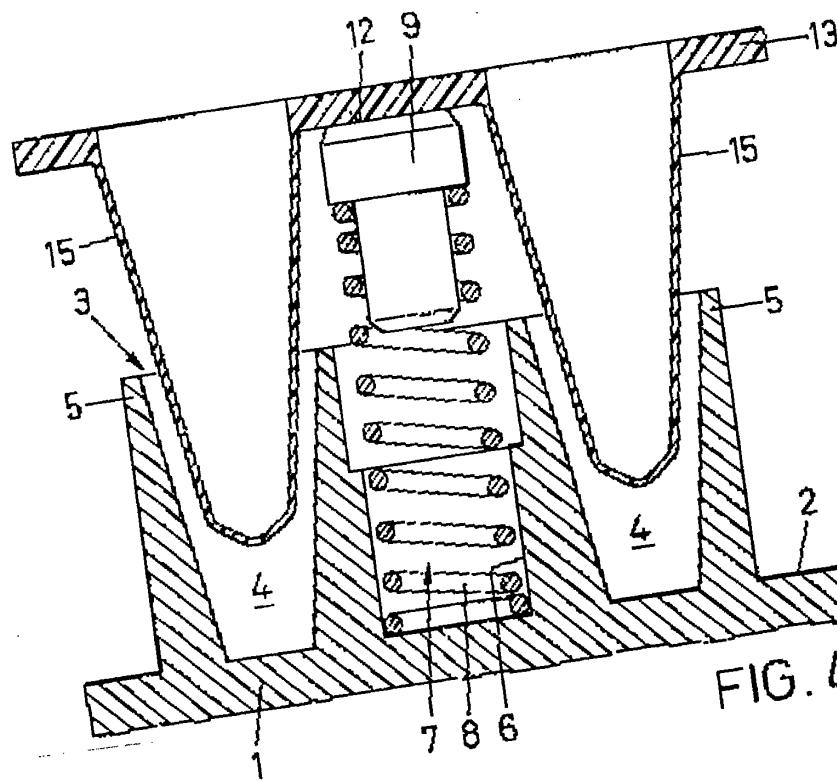


FIG. 4b

